



TITLE:

Characteristics of Jovian Low-Frequency
Radio Emissions during the Cassini and
Voyager Flyby of Jupiter(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Imai, Masafumi

CITATION:

Imai, Masafumi. Characteristics of Jovian Low-Frequency Radio Emissions during the Cassini and Voyager Flyby of Jupiter. 京都大学, 2016, 博士(理学)

ISSUE DATE:

2016-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k19504>

RIGHT:

学位規則第9条第2項により要約公開

(続紙 1)

京都大学	博 士 (理 学)	氏名	今井 雅文
論文題目	Characteristics of Jovian Low-Frequency Radio Emissions during the Cassini and Voyager Flyby of Jupiter (CassiniとVoyager探査機の木星フライバイ時に観測された木星低周波電波の特性)		
(論文内容の要旨)			
<p>本論文では、木星磁気圏のプラズマと磁場との相互作用によって生み出される木星電波について、探査機による観測データに基づき、これまでの研究では十分な理解が得られていない周波数帯の特性を明らかにするとともに、電波の伝搬のモデリングを通して、その電波が通過してくる木星磁気圏のプラズマ密度構造の性質を明らかにすることを目的としている。</p> <p>まず、第1章では、木星電波のうち、本研究で取り扱うデカメートル波とヘクトメートル波の説明をしたのち、ヘクトメートル波で見られる特徴的な現象「減衰レーン」についての過去の研究結果と課題をまとめている。デカメートル波放射とヘクトメートル波放射の関連性についても解説をし、本研究へと発展することになる申請者の過去の研究成果の詳細を述べている。</p> <p>第2章では、本研究で得られた結果のうち、観測に基づく部分がまとめられている。Cassini探査機とVoyager探査機が木星をフライバイした時の電波観測の概要とそれらの観測データの解析方法を記述し、解析によって得られた木星電波発生頻度分布が示されている。2 MHzから16 MHzまでの周波数帯の発生頻度分布をもとに、イオ衛星の90°と250°のフェーズに対して、4 MHzより高い周波数において発生頻度が増大する特徴を見出している。0.5 MHzから3 MHzの電波については、左旋円偏波と右旋円偏波に分けて発生頻度分布を求め、両者において減衰レーンの特徴をはっきりと示している。さらに、その減衰する周波数帯の上下に隣接する周波数において発生頻度が高まるという現象も見出している。</p> <p>第3章では、電波のレイトレーシングを行うために必要となる木星磁気圏の磁場モデルとプラズマ密度モデルの詳細を説明している。木星磁気圏の磁場については、磁気圏電流シートがつくる磁場を木星内部起源の磁場に加えた現実的なモデルを採用し、その詳細について述べている。プラズマ密度モデルについても、広い領域を表現できる現実的なモデルを採用し、その詳細を記述している。特に、イオのプラズマトーラスについては、拡散平衡分布モデルとして取り込んでいる。ついで、採用したレイトレーシングの手法の詳細を述べている。</p> <p>第4章では、レイトレーシングで設定する各種条件を示したのち、減衰レーンを説明するための実際のレイトレーシングの計算結果を示している。それをもとに、木星磁気圏においてL値が5.7の磁力線上で電子密度が最大値をとるシェル型電子分布が、減衰レーンの特徴を説明するために必要であることを示している。また、シェル型分布の広がりについての考察も行っている。</p> <p>最後の第5章では、この論文から得られた主たる結果を整理し、結論が述べられている。また、本研究の結果に基づいて将来への展望も述べられている。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

木星のオーロラの上空領域からは非常に強力な電波が宇宙空間へと放射されている。この電波は、地上の電波望遠鏡や探査機に搭載された電波観測装置によって検出されるが、木星の磁気圏の磁場構造とプラズマ密度構造の中を通過して伝搬してくるため、観測された電波には通過してきた領域の貴重な情報が含まれる。本論文では、木星をフライバイした探査機（Cassini探査機とVoyager探査機）が取得した電波データを用いて、過去の研究では十分な理解ができていない周波数帯の電波の特性を明らかにしようとしている。また、レイトレーシング法に基づく詳細なモデリングを行うことによって、データ解析から得られた現象を説明するとともに、木星の磁気圏のプラズマ密度構造の特徴を引き出すことも目的としている。主要な成果は以下の通りである。

(1) 2 MHzから16 MHzまでの電波の発生頻度分布を導出し、イオ衛星の 90° と 250° のフェーズに対して、4 MHzより高い周波数にイオの効果が現れることを見出した。

(2) 電波の偏波に着目した解析方法を用いて、0.5 MHzから3 MHzのヘクトメートル波の発生頻度分布を導出し、発生頻度が特徴的に減衰する現象を明確に同定することに成功した。

(3) また、その分布において、電波の減衰がみられる周波数帯の上下に隣接する周波数領域で発生頻度が逆に高くなる特徴を見出した。

(4) これらの現象を説明するために、木星の磁気圏の磁場分布とプラズマ密度分布の精度の高いモデルを設定して、様々な条件設定のもとで詳細なレイトレーシングを行い、木星磁気圏の $L=5.7$ の磁力線上で電子密度が最大になるシェル型分布の密度構造が重要な役割を果たしていることを明らかにした。

(5) その電子密度の最大値が過去の研究で推測された値よりも大きくなる可能性を提示した。

以上のように、観測データに対して、これまでになされていない精度の高い解析を行い、対象とする現象を明確に捉え、さらに、そのうちの主要な現象については、詳細なモデリングを通して説明を与えることができた本論文の意義は極めて大きい。

よって、本論文は博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成28年1月19日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

要旨公表可能日： 年 月 日以降